

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Hideki KUWAJIMA et al. :
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed December 3, 2003 : Attorney Docket No. 2003_1661A

THIN FILM PIEZOELECTRIC ELEMENT,
ITS MANUFACTURING METHOD, AND
ACTUATOR USING THE SAME

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

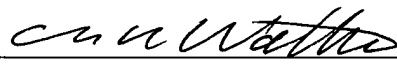
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the dates of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-351067, filed December 3, 2002, and Japanese Patent Application No. 2003-184163, filed June 27, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

Certified copies of said Japanese Patent Applications are submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hideki KUWAJIMA et al.

By 
Charles R. Watts
Registration No. 33,142
Attorney for Applicants

CRW/asd
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
December 3, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 3 日
Date of Application:

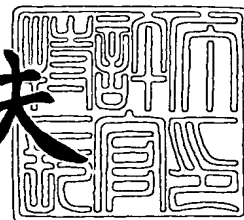
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 1 0 6 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 5 1 0 6 7]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 2 0 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 2037240075

【提出日】 平成14年12月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 21/02

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 桑島 秀樹

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 内山 博一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 小川 裕子

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電アクチュエータ素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の面に第 1 の電極を設けるとともに、他方の面に第 2 の電極を設け前記第 2 の電極方向に分極された第 1 の薄膜圧電体素子と、一方の面に第 3 の電極を設けるとともに、他方の面に第 4 の電極を設け前記第 4 の電極方向に分極された第 2 の薄膜圧電体素子とを有し、前記第 2 の電極と前記第 4 の電極とを対向させて接合した第 1 の圧電体素子ユニットと、

一方の面に第 5 の電極を設けるとともに、他方の面に第 6 の電極を設け前記第 6 の電極方向に分極された第 3 の薄膜圧電体素子と、一方の面に第 7 の電極を設けるとともに、他方の面に第 8 の電極を設け前記第 8 の電極方向に分極された第 4 の薄膜圧電体素子とを有し、前記第 6 の電極と前記第 8 の電極とを対向させて接合した第 2 の圧電体素子ユニットとを備え、

前記第 2 の電極と前記第 6 の電極、および前記第 4 の電極と前記第 8 の電極とがそれぞれ部分的に一体であるとともに、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極とを短絡した第 1 の配線と、前記第 5 の電極と前記第 7 の電極とを短絡した第 2 の配線とを備えたことを特徴とする圧電アクチュエータ素子。

【請求項 2】 前記第 1 の薄膜圧電体素子と前記第 3 の薄膜圧電体素子、および前記第 2 の薄膜圧電体素子と前記第 4 の薄膜圧電体素子とがそれぞれ部分的に一体であることを特徴とする請求項 1 に記載の圧電アクチュエータ素子。

【請求項 3】 第 1 の基板上に第 1 の電極膜、第 1 の圧電体薄膜、および第 2 の電極膜を順次積層する工程と、

第 2 の基板上に第 3 の電極膜、第 2 の圧電体薄膜、および第 4 の電極膜を順次積層する工程と、

前記第 2 の電極膜と前記第 4 の電極膜とを対向させて接着層を介して接着固定する工程と、

前記第 2 の基板のみを選択的に除去する工程と、

前記第 1 の電極膜、前記第 1 の圧電体薄膜、前記第 2 の電極膜、前記第 3 の電極膜、前記第 2 の圧電体薄膜、前記第 4 の電極膜、および前記接着層を所定の形

状に加工して構造体を形成する工程と、

前記構造体の前記第3の電極膜の一部を除去する工程と、

前記第3の電極膜の一部が除去された前記構造体を樹脂層で被覆し、さらに仮固定用基板を接着する工程と、

前記第1の基板のみを選択的に除去する工程と、

前記構造体の前記第1の電極膜の一部を除去する工程と、

前記仮固定用基板を接着した接着層の接着力を低下させて前記仮固定用基板を分離する工程とを少なくとも有する圧電アクチュエータ素子の製造方法。

【請求項4】 前記構造体を形成する工程が、2個の構造体を一対としてその一部の領域で少なくとも圧電体薄膜が接続されるように加工する工程であることを特徴とする請求項3に記載の圧電アクチュエータ素子の製造方法。

【請求項5】 第1の基板上に第1の電極膜をパターンニングして形成するとともに、第1の圧電体薄膜、第2の電極膜を順次積層する工程と、

第2の基板上に第3の電極膜をパターンニングして形成するとともに、第2の圧電体薄膜、第4の電極膜を順次積層する工程と、

前記第2の電極膜と前記第4の電極膜とを対向させて接着層を介して接着固定する工程と、

前記第2の基板のみを選択的に除去する工程と、

前記第1の電極膜、前記第1の圧電体薄膜、前記第2の電極膜、前記第3の電極膜、前記第2の圧電体薄膜、前記第4の電極膜、および前記接着層を所定の形状に加工して構造体を形成する工程と、

前記構造体を樹脂層で被覆し、さらに仮固定用基板を接着する工程と、

前記第1の基板のみを選択的に除去する工程と、

前記仮固定用基板を接着した接着層の接着力を低下させて前記仮固定用基板を分離する工程とを少なくとも有する圧電アクチュエータ素子の製造方法。

【請求項6】 前記構造体を形成する工程が、2個の構造体を一対としてその一部の領域で少なくとも圧電体薄膜が接続されるように加工する工程であることを特徴とする請求項5に記載の圧電アクチュエータ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電圧を印加すると伸縮する特性を備えた圧電材料により形成したアクチュエータ素子に関し、特にディスク装置におけるヘッド位置決め機構に用いられる圧電アクチュエータ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

ディスク装置は、近年のヘッド素子などの改善によりトラックに沿った線記録密度が向上している。これに伴いトラックに垂直方向の記録密度の向上が重要になり、より微細なトラックピッチを実現することが求められてきている。幅の狭いトラックに正確にヘッドを追従させるためには、ヘッドを微少に移動させる機構が必要である。

【0003】

磁気ディスク型情報記録再生装置（磁気ディスク装置とよぶ）では、磁気ディスクに対して情報の記録再生を行うための磁気ヘッドがヘッドスライダに搭載され、アクチュエータアームに取り付けられている。このアクチュエータアームをボイスコイルモータ（VCMとよぶ）によって揺動させることで、磁気ディスク上の所定のトラック位置に位置決めされた磁気ヘッドで記録再生を行っている。しかしながら、記録密度の向上とともに、このような従来のVCMのみでの位置決めでは十分な精度を確保できなくなっている。このために、VCMの位置決め手段に加えて、副アクチュエータとして圧電体素子を用いた微少位置決め手段を付加してヘッドスライダを微少駆動させ、高速、高精度の位置決めを行う方法が提案されており、特に薄膜圧電体素子を用いた例が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

図10に、従来のこのような磁気ディスク装置のアクチュエータアームに設けられた薄膜圧電体素子を用いた副アクチュエータの平面図を示し、図11には図10のD-D断面図を示している。圧電アクチュエータ素子100は、ともに薄膜圧電体で形成され、それぞれが鏡面对称形状に配置された第1の圧電体素子ユ

ニット100aと第2の圧電体素子ユニット100bとが一对となって、アクチュエータアーム140を構成するフレキシブル基板150に接着固定されている。第1の圧電体素子ユニット100aと第2の圧電体素子ユニット100bのうちの片側が伸長する方向に変位し、一方が収縮する方向に変位することによって、先端に設けられたヘッドスライダ101を微少に回転させ、ヘッドスライダ101の先端に取り付けられた磁気ヘッド130を微少移動させている。図11に示すように、第1の圧電体素子ユニット100aおよび第2の圧電体素子ユニット100bは、第1の薄膜圧電体111aおよび第2の薄膜圧電体111bとが積層配置された2層構造を有している。第1の薄膜圧電体111aの上側には第1の電極112aが、また下側には第2の電極112bが形成されている。同様に第2の薄膜圧電体111bは、第1の薄膜圧電体111aの下部に配置され、その両面には第3の電極112cと第4の電極112dとが設けられている。第2の電極112bと第3の電極112cとは接着剤113で接着されている。また、それぞれ第1の圧電体素子ユニット100a、第2の圧電体素子ユニット100bの端部には、電極端子部を形成するためのビアホール部114、115と接続端子部116、117が設けられている。図11に示すようにビアホール部114、115は、第2の電極112bと第3の電極112cとを短絡するための端子接続部116、117を形成するためのものであり、端子線118により共通電極としての接地電極119に接続されている。一方、第1の圧電体素子ユニット100aの第1の電極112aと第4の電極112dとは端子線120に接続されて電圧印加手段121aによって所定の電圧が印加されている。またさらに、第2の圧電体素子ユニット100bの第1の電極112aと第4の電極112dとが端子線120に接続されて電圧印加手段121bによって所定の電圧が印加されている。また、これら第1の圧電体素子ユニット100aと第2の圧電体素子ユニット100bはアクチュエータアーム140のフレキシブル基板150の、樹脂のみの基板が構成されている樹脂基板122に接合されて搭載されている。

【0005】

【特許文献1】

特開 2002-134807 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような副アクチュエータを構成する圧電アクチュエータ素子としては、小型、軽量であること、低い印加電圧で大きな変位量が得られることはもちろんであるが、特に小型ディスク装置用としては、圧電アクチュエータ素子の配線数を減らして組み立て性を向上させることやその製造プロセスが簡便であることなどが要求される。

【0007】

従来では、これらの要求を満たすことができないといった課題を有していた。すなわち、圧電アクチュエータ素子の配線には、圧電アクチュエータ素子を構成する一対の圧電体素子ユニットの共通電極としての接地電極端子が必要なため、アクチュエータを構成するフレキシブル基板への配線数が増加するとともに、そのための接続部を設ける必要があり、作業性を低下させていた。さらに、積層した圧電体薄膜に共通電極を設けるために、圧電体素子の厚み方向にビアホールを形成して電極端子部を設けるという煩雑な加工工程が必要であった。そのため、製造歩留まりを低下させるだけでなく、ヘッドアクチュエータとしての信頼性を低下させる要因となっていた。

【0008】

本発明は、上記従来の課題を解決し、副アクチュエータとして配線が簡便で 2 端子のみで駆動が可能であり、さらに製造プロセスが簡便な圧電アクチュエータ素子とその製造方法を得ることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の圧電アクチュエータ素子は、一方の面に第 1 の電極を設けるとともに、他方の面に第 2 の電極を設け第 2 の電極方向に分極された第 1 の薄膜圧電体素子と、一方の面に第 3 の電極を設けるとともに、他方の面に第 4 の電極を設け第 4 の電極方向に分極された第 2 の薄膜圧電体素子とを有し、第 2 の電極と第 4 の電極とを対向させて接合した第 1 の圧電体素子ユニッ

トと、一方の面に第5の電極を設けるとともに、他方の面に第6の電極を設け第6の電極方向に分極された第3の薄膜圧電体素子と、一方の面に第7の電極を設けるとともに、他方の面に第8の電極を設け第8の電極方向に分極された第4の薄膜圧電体素子とを有し、第6の電極と第8の電極とを対向させて接合した第2の圧電体素子ユニットとを備え、第2の電極と第6の電極、および第4の電極と第8の電極とがそれぞれ部分的に一体であるとともに、第1の電極と第3の電極とを短絡した第1の配線と、第5の電極と第7の電極とを短絡した第2の配線とを備えている。

【0010】

このように構成することにより、第2の電極と第6の電極、および第4の電極と第8の電極とをそれぞれ第1の圧電体素子ユニットと第2の圧電体素子ユニットの共通電極とし、さらにこの共通電極を浮遊電極とすることにより接地電極配線の必要がなく、2端子のみの配線で第1の圧電体素子ユニットと第2の圧電体素子ユニットの駆動が可能になる。そのため、配線構成を簡略化できるとともに、圧電アクチュエータ素子として配線端子の加工が不要となる。

【0011】

さらに、第1の薄膜圧電体素子と第3の薄膜圧電体素子、および第2の薄膜圧電体素子と第4の薄膜圧電体素子とはそれぞれ部分的に一体である。そのため、第1の圧電体素子ユニットと第2の圧電体素子ユニットとを一体として製造することが可能になる。

【0012】

さらに、本発明の圧電アクチュエータ素子の製造方法は、第1の基板上に第1の電極膜、第1の圧電体薄膜、および第2の電極膜を順次積層する工程と、第2の基板上に第3の電極膜、第2の圧電体薄膜、および第4の電極膜を順次積層する工程と、第2の電極膜と第4の電極膜とを対向させて接着層を介して接着固定する工程と、第2の基板のみを選択的に除去する工程と、第1の電極膜、第1の圧電体薄膜、第2の電極膜、第3の電極膜、第2の圧電体薄膜、第4の電極膜、および接着層を所定の形状に加工して構造体を形成する工程と、構造体の第3の電極膜の一部を除去する工程と、第3の電極膜の一部が除去された構造体を樹脂

層で被覆し、さらに仮固定用基板を接着する工程と、第1の基板のみを選択的に除去する工程と、構造体の第1の電極膜の一部を除去する工程と、仮固定用基板を接着した接着層の接着力を低下させて仮固定用基板を分離する工程とを少なくとも有している。

【0013】

この構成により、配線端子を作成するためのビアホール形成が不要なため、歩留まりの高い圧電アクチュエータ素子の製造が可能となる。

【0014】

また、構造体を形成する工程が、2個の構造体を一对としてその一部の所定領域で少なくとも圧電体薄膜が接続されるように加工する工程であるため、これらの圧電アクチュエータ素子を圧電アクチュエータに組み込み搭載する加工が容易になるとともに、圧電アクチュエータ素子を加工する効率が向上する。

【0015】

また、本発明の圧電アクチュエータ素子の製造方法は、第1の基板上に第1の電極膜をパターンニングして形成するとともに、第1の圧電体薄膜、第2の電極膜を順次積層する工程と、第2の基板上に第3の電極膜をパターンニングして形成するとともに、第2の圧電体薄膜、第4の電極膜を順次積層する工程と、第2の電極膜と第4の電極膜とを対向させて接着層を介して接着固定する工程と、第2の基板のみを選択的に除去する工程と、第1の電極膜、第1の圧電体薄膜、第2の電極膜、第3の電極膜、第2の圧電体薄膜、第4の電極膜、および接着層を所定の形状に加工して構造体を形成する工程と、構造体を樹脂層で被覆し、さらに仮固定用基板を接着する工程と、第1の基板のみを選択的に除去する工程と、仮固定用基板を接着した接着層の接着力を低下させて仮固定用基板を分離する工程とを少なくとも有している。

【0016】

これらの構成により、第1の圧電体素子ユニットと第2の圧電体素子ユニットの電極分離が確実になされるとともに、それぞれの圧電体素子ユニット形成後に電極膜を除去する工程が不要になる。また電極膜に接地電極端子を作成するためのビアホール形成が不要なため、歩留まりの高い圧電アクチュエータ素子の製造

が可能となる。

【0017】

また、構造体を形成する工程が、2個の構造体を一对としてその一部の所定領域で少なくとも圧電体薄膜が接続されるように加工する工程であるため、これらの圧電アクチュエータ素子を圧電アクチュエータに組み込み搭載する加工が容易になるとともに、圧電アクチュエータ素子を加工する効率が向上する。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明における圧電アクチュエータ素子について図面を参照しながら説明する。

【0019】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1における圧電アクチュエータ素子の構成を示す斜視図であり、図2は図1のB-B断面図である。

【0020】

実施の形態1における圧電アクチュエータ素子は、一对の圧電体素子ユニットにより構成されている。すなわち、第1の圧電体素子ユニット1と第2の圧電体素子ユニット2は両者の一部が連結した状態で鏡面对称形状に配置されている。第1の圧電体素子ユニット1は第1の薄膜圧電体素子3と第2の薄膜圧電体素子4が積層されて構成され、第1の薄膜圧電体素子3の上面と下面には第1の電極5と第2の電極6が形成されている。また第2の薄膜圧電体素子4の上面と下面にも第4の電極7と第3の電極8が形成されている。さらに、第2の電極6と第4の電極7とは接着剤9によって接合されている。また一方、第2の圧電体素子ユニット2は第3の薄膜圧電体素子10と第4の薄膜圧電体素子11が積層されて構成され、上部に位置する第3の薄膜圧電体素子10の上面と下面には第5の電極12と第6の電極13が形成されている。また、第4の薄膜圧電体素子11の上面と下面にも第8の電極14と第7の電極15が形成されている。さらに、第6の電極13と第8の電極14とは接着剤9によって接合されている。接着剤9は導電性接着剤でもよい。

【0021】

実施の形態1では、第1の圧電体素子ユニット1と第2の圧電体素子ユニット2とがその端部で結合した構成となっており、結合領域部Aでは第1の圧電体素子ユニット1の第1の薄膜圧電体素子3と第2の圧電体素子ユニット2の第3の薄膜圧電体素子10とが一体であり、さらに同様に、第2の電極6と第6の電極13、第4の電極7と第8の電極14、および第2の薄膜圧電体素子4と第4の薄膜圧電体素子11とが一体である。これらの第1の圧電体素子ユニット1と第2の圧電体素子ユニット2とにより圧電アクチュエータ素子を構成し、さらに全体が柔軟性のあるコーティング樹脂によってカバーされている。また、同一部材で構成される第1の薄膜圧電体素子3、第3の薄膜圧電体素子10の分極方向は矢印16の方向であり、第2の薄膜圧電体素子4、第4の薄膜圧電体素子11の分極方向は矢印17の方向である。

【0022】

図2には図1のB-B断面を示し、さらに圧電アクチュエータ素子を駆動するための接続配線についても示している。第1の圧電体素子ユニット1を構成する第1の電極5と第4の電極7とが接続配線18aにより接続され、一方、第2の圧電体素子ユニット2を構成する第5の電極12と第8の電極14とが接続配線18bにより接続され、それぞれに駆動電圧が印加される電圧印加手段（図示せず）に接続されている。

【0023】

このような圧電アクチュエータ素子を用いて、例えば磁気ディスク装置の磁気ヘッドアクチュエータアームの磁気ヘッドを微動する方法について図3を用いて説明する。図3には、アクチュエータアーム19に圧電アクチュエータ素子を搭載した場合の一部平面図を示している。アクチュエータアーム19先端のスライダ保持基板20に、磁気ヘッド21を搭載したスライダ22が微少回転可能なように支持されている。アクチュエータアーム19は、支持アーム領域23、アクチュエータ保持領域24、スライダ保持領域25に大きく分かれ、アクチュエータ保持領域24は樹脂フィルムのみよりなるフレキシブル基板26で構成され、その他の領域はフレキシブル基板26が薄板金属に貼りつけられた構成となって

いる。アクチュエータ保持領域 24 には圧電アクチュエータ素子 27 が固定載置されている。アクチュエータ保持領域 24 のフレキシブル基板 26 には、圧電アクチュエータ素子 27 の形状に対応してスリット 28 が設けられている。

【0024】

図 2 に示した接続配線 18a と接続配線 18b によって、圧電アクチュエータ素子 27 の第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 に絶対値が等しい電圧を逆位相にして印加すると、片側は矢印 E に示すように伸び、他方は矢印 D に示すように収縮する。したがって、圧電アクチュエータ素子 27 を固定したフレキシブル基板 26 も変形し、スライダ 22 が矢印 C のように回転してスライダ 22 上の磁気ヘッド 21 を微動させることができる。このように、第 1 の圧電体素子ユニット 1 の接続配線 18a にプラス電圧が印加されると、第 2 の電極 6 および第 4 の電極 7 にはマイナス電圧が誘起される。一方、第 2 の圧電体素子ユニット 2 の接続配線 18b にマイナス電圧が印加されると、第 6 の電極 13 および第 8 の電極 14 にはプラス電圧が誘起される。ここで、接続配線 18a に印加される電圧と接続配線 18b に印加される電圧の絶対値が等しい場合、第 2 の電極 6 と第 6 の電極 13 が短絡しているので電圧が相殺され、電圧はゼロとなる。同様に、第 4 の電極 7 と第 8 の電極 14 においても電圧はゼロとなる。したがって、第 2、第 4、第 6、第 8 の電極は見掛け上接地電極と同じとなり、特に接地する必要がない。

【0025】

本実施の形態では、図 1 および図 2 に示すように第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とは結合領域部 A において、第 1 の薄膜圧電体素子 3 と第 3 の薄膜圧電体素子 10、第 2 の電極 6 と第 6 の電極 13、第 4 の電極 7 と第 8 の電極 14、および第 2 の薄膜圧電体素子 4 と第 4 の薄膜圧電体素子 11 とがそれぞれ圧電体素子ユニットの端部で連結されている。したがって、第 1 の圧電体素子ユニット 1 の第 2 の電極 6 と第 4 の電極 7、および第 2 の圧電体素子ユニット 2 の第 6 の電極 13 と第 8 の電極 14 とを接地することなしに、圧電アクチュエータ素子 27 を駆動することができる。そのため、2 端子配線のみで駆動配線が構成でき、組み立て性が向上する。さらに、第 2 の電極 6 と第 4 の電

極 7、および第 6 の電極 13 と第 8 の電極 14 とに接地電極配線用のビアホールを形成する必要もないため、圧電アクチュエータ素子の形成が容易になる。

【0026】

次に実施の形態 1 における圧電アクチュエータ素子の製造方法を説明する。圧電アクチュエータ素子 27 は第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とにより構成されており、両者の電極、薄膜圧電体素子の構成は同一であり、さらにそれらを一体で形成する。図 4 に圧電アクチュエータ素子の薄膜圧電体素子を形成するプロセスフロー図を示し、圧電アクチュエータ素子の第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 のそれぞれ第 1 層目の薄膜圧電体素子を形成するプロセスについて示している。

【0027】

まず図 4 (a) に示すように、単結晶 MgO 基板 29 上に、第 1 の電極 5 (第 5 の電極 12) を成膜する。次に、図 4 (b) に示すように第 1 の電極 5 (第 5 の電極 12) の上に PZT (ジルコン酸チタン酸鉛、 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$) などの第 1 の薄膜圧電体素子 3 (第 3 の薄膜圧電体素子 10) をスパッタ蒸着法や MBE 法などで単結晶成長させる。さらに、図 4 (c) に示すように第 1 の薄膜圧電体素子 3 (第 3 の薄膜圧電体素子 10) の上面に第 2 の電極 6 (第 4 の電極 13) を成膜する。第 1 の薄膜圧電体素子 3 (第 3 の薄膜圧電体素子 10) の分極方向は成膜時点で、図 4 (c) 中に矢印 P で示したように結晶の c 軸方向に向いている。このようにして、図 1 に示す圧電アクチュエータ素子の上部の構成部分である 1 層目のユニット A30 が単結晶 MgO 基板 29 上に形成される。同様に下部の 2 層目のユニット B31 も形成される。

【0028】

図 5 に、図 4 にて形成されたユニット A30 とユニット B31 を積層して圧電体素子ユニットを形成するプロセスフロー図を示す。まず図 5 (a) に示すように、単結晶 MgO 基板 29 上に形成されたユニット A30 とユニット B31 とを、第 2 の電極 6 (第 6 の電極 13) と第 4 の電極 7 (第 8 の電極 14) とを対向して配置する。次に、図 5 (b) に示すようにそれらの第 2 の電極 6 (第 6 の電極 13)、第 4 の電極 7 (第 8 の電極 14) 間に接着剤 32 を介して両者を接合

する。次に、図 5 (c) に示すように、単結晶 MgO 基板 29 のうち的一方であるユニット A 30 の単結晶 MgO 基板 29 をエッチングで除去する。その後、図 5 (d) に示すように、2 層構造の薄膜圧電体素子を圧電アクチュエータ素子の形状になるようにエッチングで成形加工する。ここで、本発明の実施の形態 1 では、第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とは圧電体素子ユニットの一部を共有して一体で形成されている。図 6 (a) にエッチング成形加工した平面図を示し、第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とがそれぞれの圧電体素子ユニット端部に接続部 36 を設けた状態で単結晶 MgO 基板 29 面までエッチング加工されている。また、第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 の間には、スリット 33 が同じく単結晶 MgO 基板 29 面まで設けられ、接続部 36 を除く領域で第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とを分離している。

【0029】

次に、図 5 (e) に示すように、エッチング加工した圧電アクチュエータ素子の接続部 36 に設けられている最上部の第 1 の電極 5 (第 5 の電極 12) をエッチング加工によって部分的に除去する。図 6 (b) に第 1 の電極 5 (第 5 の電極 12) をエッチング加工した平面図を示す。次に、図 5 (f) に示すように、圧電アクチュエータ素子の腐食を回避するために、圧電アクチュエータ素子が形成された表面をコーティング樹脂 34 で覆う。その後、図 5 (g) に示すように、仮固定用基板 35 を第 1 の電極 5 (第 5 の電極 12) 側のコーティング樹脂 34 面と仮接着し、その状態で単結晶 MgO 基板 29 をエッチング除去する。その後、接続部 36 の第 3 の電極 8 (第 7 の電極 15) をエッチング加工によって除去する。その後、仮固定用基板 35 を剥離し、図 1 に示すような、接続部 36 によって連結された一対の圧電体素子ユニットよりなる圧電アクチュエータ素子を形成することができる。その後、第 1 の電極 5 と第 3 の電極 8、および第 5 の電極 12 と第 7 の電極 15 とをそれぞれ短絡して配線し、所定の電圧をそれぞれに印加することで圧電アクチュエータ素子を得ることができる。

【0030】

(実施の形態 2)

図7は本発明の実施の形態2における圧電アクチュエータ素子の製造方法を示すプロセスフロー図である。実施の形態2の製造方法が実施の形態1の製造方法と異なる点は、第1の電極5（第5の電極12）と第3の電極8（第7の電極15）の形成方法である。

【0031】

まず図7（a）に示すように、単結晶MgO基板29上に、第1の電極5（第5の電極12）、第3の電極8（第7の電極15）を第1の圧電体素子ユニットおよび第2の圧電体素子ユニットの形状あるいは所定の形状にパターンニング成膜する。パターンニングの方法はマスク法やリフトオフ法などが考えられる。次に、図7（b）に示すように第1の電極5、第3の電極8の上にPZT（ジルコン酸チタン酸鉛、 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ ）などの第1の薄膜圧電体素子3（第3の薄膜圧電体素子10）、第2の薄膜圧電体素子4（第4の薄膜圧電体素子11）をスパッタ蒸着法やMBE法などで単結晶成長させる。さらに、図7（c）に示すように第1の薄膜圧電体素子3（第3の薄膜圧電体素子10）、第2の薄膜圧電体素子4（第4の薄膜圧電体素子11）の上面に第2の電極6（第6の電極13）、第4の電極7（第8の電極14）を成膜する。第1の薄膜圧電体素子3（第3の薄膜圧電体素子10）、第2の薄膜圧電体素子4（第4の薄膜圧電体素子11）の分極方向は成膜時点で、図7（c）中に矢印Pで示したように結晶のc軸方向に向いている。次に前述の図5に示したプロセスフロー図のうち、図5（e）と図5（i）のプロセスを省いたプロセスによって圧電アクチュエータ素子を形成することができる。

【0032】

図8にこの方法によって成形加工した圧電アクチュエータ素子の構成を斜視図で示す。

【0033】

図8に示すように、第1の圧電体素子ユニット1と第2の圧電体素子ユニット2とがそれぞれの圧電体素子ユニット端部に接続部36が設けられ、接続部36の第1の薄膜圧電体素子3（第3の薄膜圧電体素子10）、第2の薄膜圧電体素子4（第4の薄膜圧電体素子11）が第1の電極5（第5の電極12）と第3の

電極 8（第 7 の電極 15）の上面まで形成されている。

【0034】

また、図 9 には図 8 における C-C 断面を示し、図 9 に示すように、第 1 の電極 5 と第 3 の電極 8、および第 5 の電極 12 と第 7 の電極 15 とをそれぞれ短絡して配線し、所定の電圧をそれぞれに印加することで圧電アクチュエータ素子を得ることができる。

【0035】

このように、単結晶 MgO 基板上に電極を成膜する際にあらかじめパーニング成膜をし、接続部で電極のない領域をあらかじめ作成しておくことが可能となる。そのため、薄膜圧電体素子を成膜した後にエッチング加工で除去する方法に比べ、薄膜圧電体素子へのエッチング時のダメージを回避することができ、高品質で信頼性の高い圧電アクチュエータ素子を形成することができる。

【0036】

本発明の圧電アクチュエータ素子は、第 2 の電極 6 と第 6 の電極 13、および第 4 の電極 7 と第 8 の電極 14 をそれぞれの電極で連結することで共通電極としている。さらにそれらの電極を浮遊電極とし、第 1 の電極 5 と第 3 の電極 8 を短絡して所定電圧を印加して第 1 の圧電体素子ユニット 1 を駆動し、一方第 5 の電極 12 と第 7 の電極 15 を短絡して所定電圧を印加して第 2 の圧電体素子ユニット 2 を駆動する構成とすることができる。ここで、第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 とは片方が伸長してもう片方が収縮するように、電圧が印加される。このように、第 1 の電極 5、第 3 の電極 8、第 4 の電極 7、第 8 の電極 14 を共通電極で、なおかつ浮遊電極としているため、接地電極を設ける必要がないとともに、その配線も不要になる。そのため、圧電アクチュエータ素子の形成に当たって、それぞれの圧電体素子ユニットに接地電極配線用のビアホールを形成する必要がなく、圧電アクチュエータ素子の形成が簡便に行えるとともに、高い製造歩留まりを実現することができる。

【0037】

なお、実施の形態 1 と実施の形態 2 では、第 1 の圧電体素子ユニット 1 と第 2 の圧電体素子ユニット 2 との接続部 36 に、第 1 の薄膜圧電体素子 3（第 3 の薄

膜圧電体素子 10) と第 2 の薄膜圧電体素子 4 (第 4 の薄膜圧電体素子 11) があるが、それらの薄膜圧電体素子が接続部 36 にある必要はなく、第 2 の電極 6 と第 6 の電極 13、および第 4 の電極 7 と第 8 の電極 14 がそれぞれ連結していればよい。

【0038】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の圧電アクチュエータ素子は、圧電アクチュエータ素子を構成する一対の圧電体素子ユニットの接合された電極を共通電極の浮遊電極とし、それぞれの圧電体素子ユニットの上面に形成された電極と下面に形成された電極を短絡して、それぞれに電圧を印加する構成とすることにより、接地電極配線が不要で、2 端子のみの配線で第 1 の圧電体素子ユニットと第 2 の圧電体素子ユニットの駆動が可能になる。そのため、配線構成を簡略化できるとともに、圧電アクチュエータ素子として配線端子の加工が不要となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 における圧電アクチュエータ素子の構成を示す斜視図

【図 2】

図 1 の B-B 断面図

【図 3】

アクチュエータアームに圧電アクチュエータ素子を搭載した場合の一部平面図

【図 4】

本発明の実施の形態 1 における圧電アクチュエータ素子の薄膜圧電体素子を形成するプロセスフロー図

【図 5】

本発明の実施の形態 1 における圧電体素子ユニットを形成するプロセスフロー図

【図 6】

(a) 本発明の実施の形態 1 における圧電体素子ユニットをエッチング成形加工した平面図

(b) 本発明の実施の形態 1 における電極をエッチング加工した平面図

【図 7】

本発明の実施の形態 2 における圧電アクチュエータ素子の薄膜圧電体素子を形成するプロセスフロー図

【図 8】

本発明の実施の形態 2 における圧電アクチュエータ素子の構成を示す斜視図

【図 9】

図 8 の C-C 断面図

【図 10】

従来の磁気ディスク装置のアクチュエータアームに設けられた薄膜圧電体素子を用いた副アクチュエータの平面図

【図 11】

図 10 の D-D 断面図

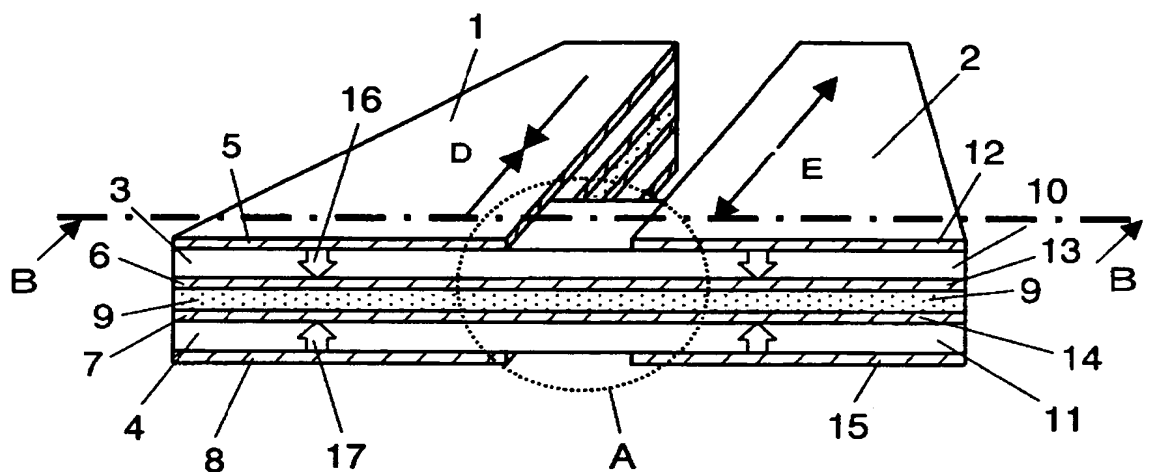
【符号の説明】

- 1 第 1 の圧電体素子ユニット
- 2 第 2 の圧電体素子ユニット
- 3 第 1 の薄膜圧電体素子
- 4 第 2 の薄膜圧電体素子
- 5 第 1 の電極
- 6 第 2 の電極
- 7 第 4 の電極
- 8 第 3 の電極
- 9, 32 接着剤
- 10 第 3 の薄膜圧電体素子
- 11 第 4 の薄膜圧電体素子
- 12 第 5 の電極
- 13 第 6 の電極
- 14 第 8 の電極
- 15 第 7 の電極

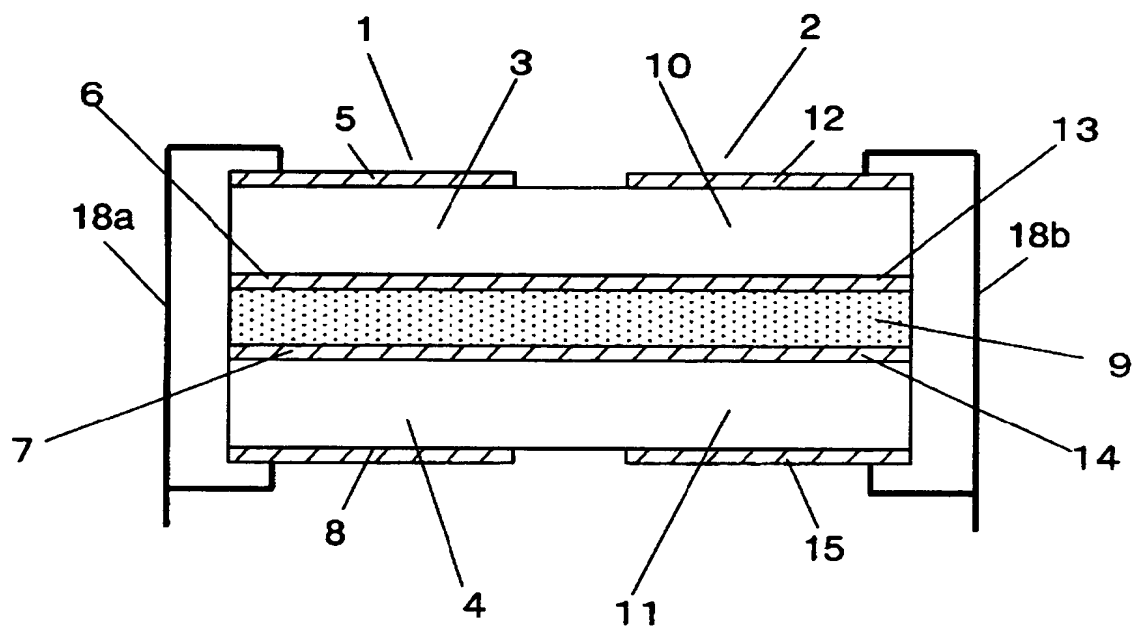
- 16, 17 矢印
- 18a, 18b 接続配線
- 19 アクチュエータアーム
- 20 スライダ保持基板
- 21 磁気ヘッド
- 22 スライダ
- 23 支持アーム領域
- 24 アクチュエータ保持領域
- 25 スライダ保持領域
- 26 フレキシブル基板
- 27 圧電アクチュエータ素子
- 28, 33 スリット
- 29 単結晶MgO基板
- 30 ユニットA
- 31 ユニットB
- 34 コーティング樹脂
- 35 仮固定用基板
- 36 接続部

【書類名】 図面

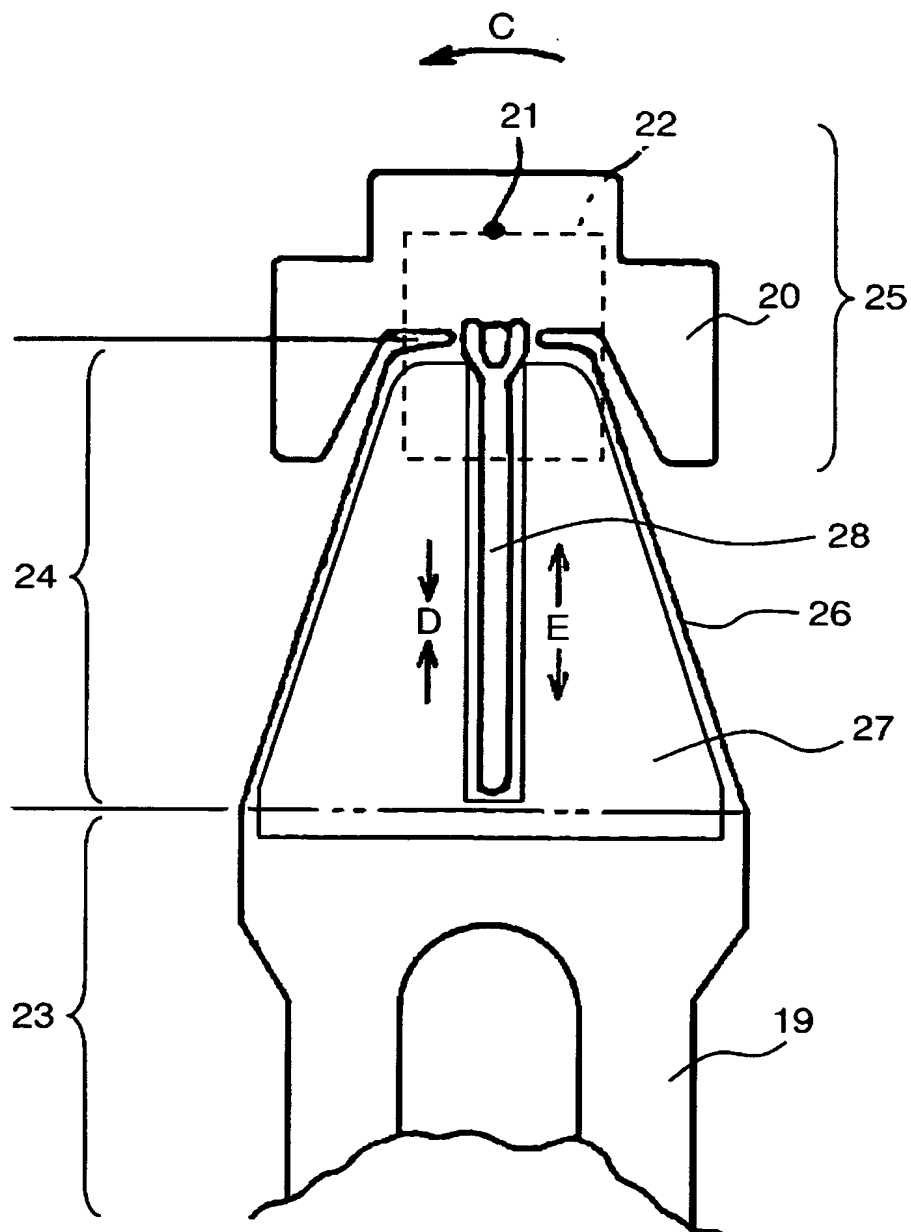
【図1】



【図2】

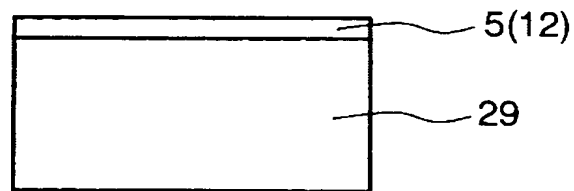


【図 3】

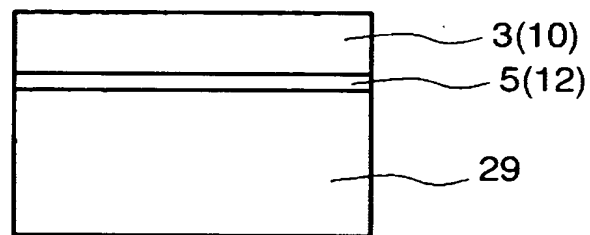


【図 4】

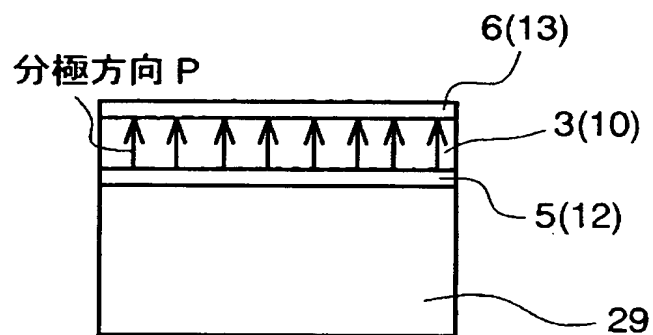
(a)



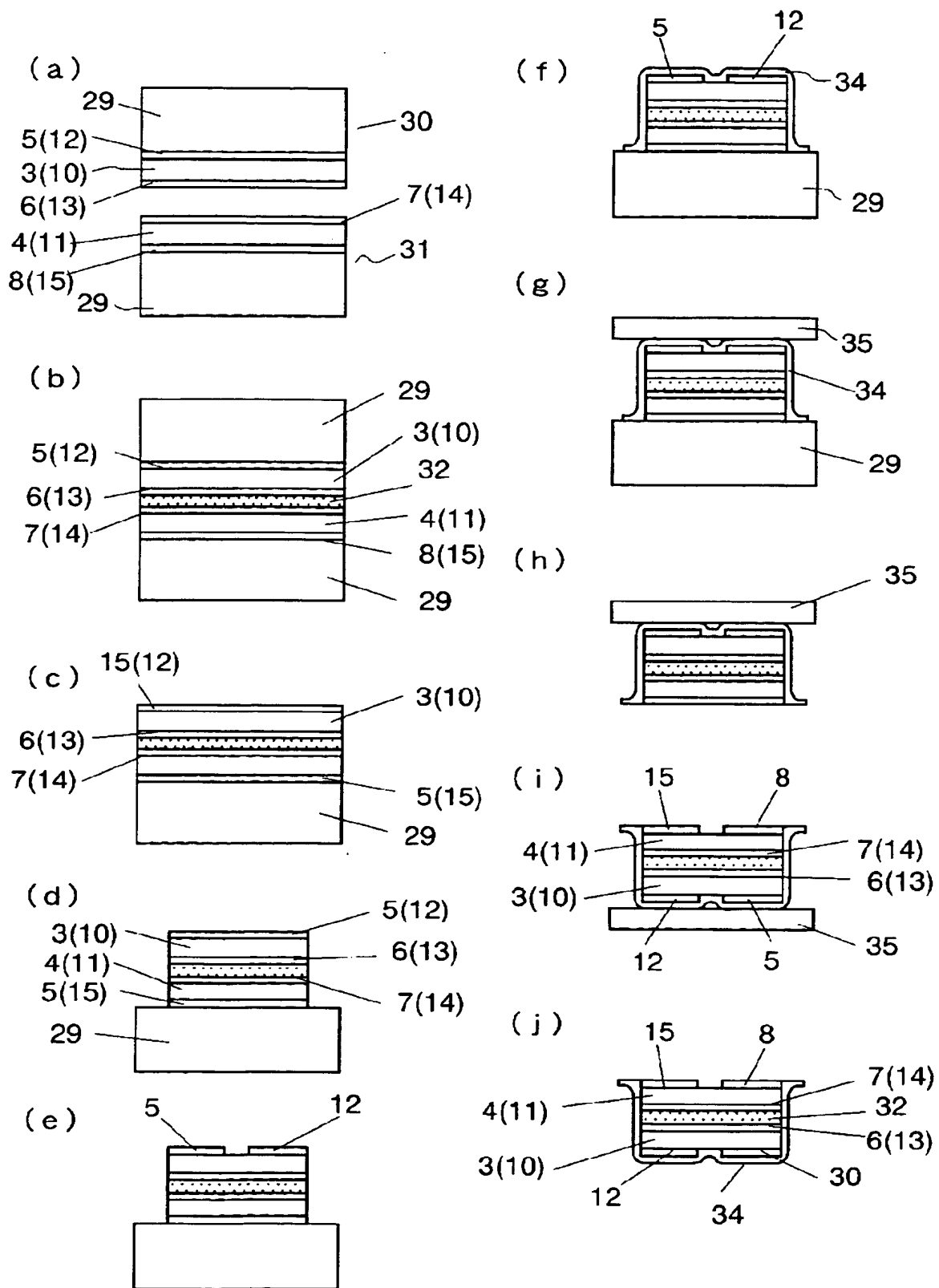
(b)



(c)

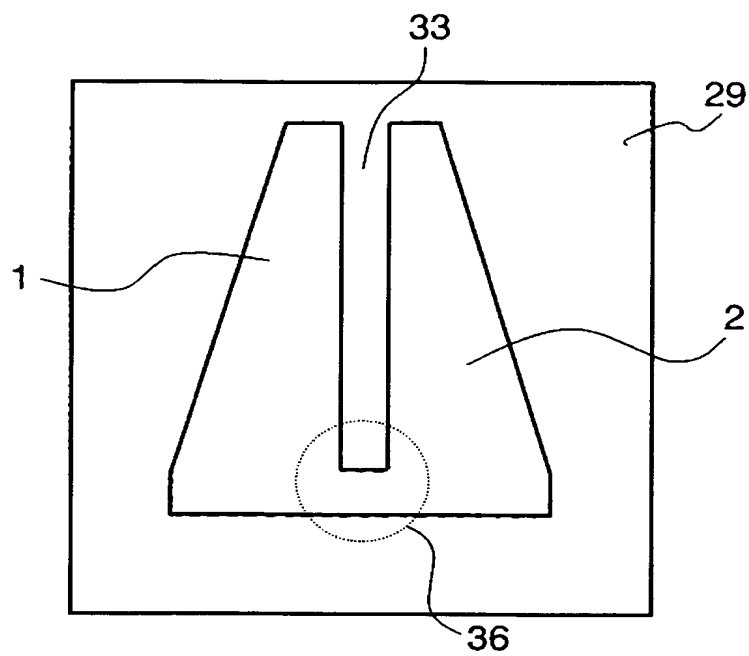


【図 5】

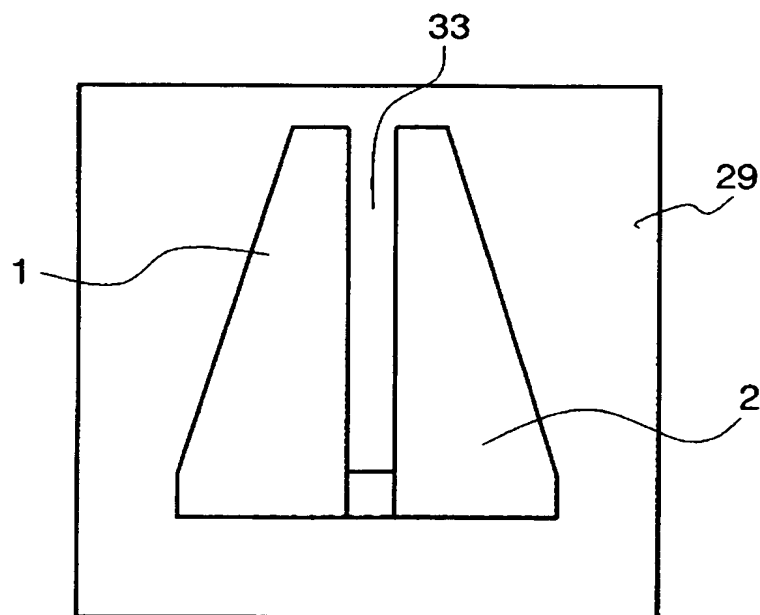


【図 6】

(a)

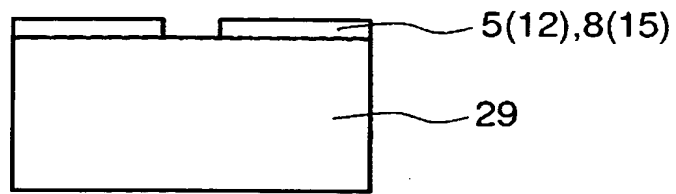


(b)

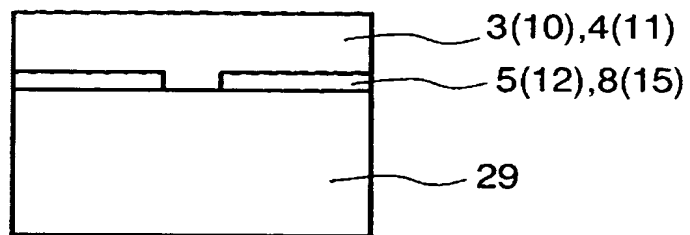


【図 7】

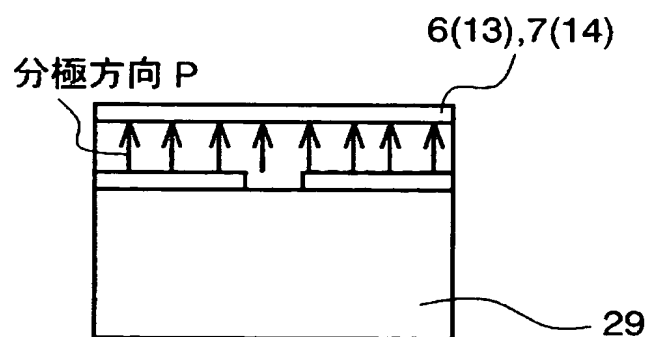
(a)



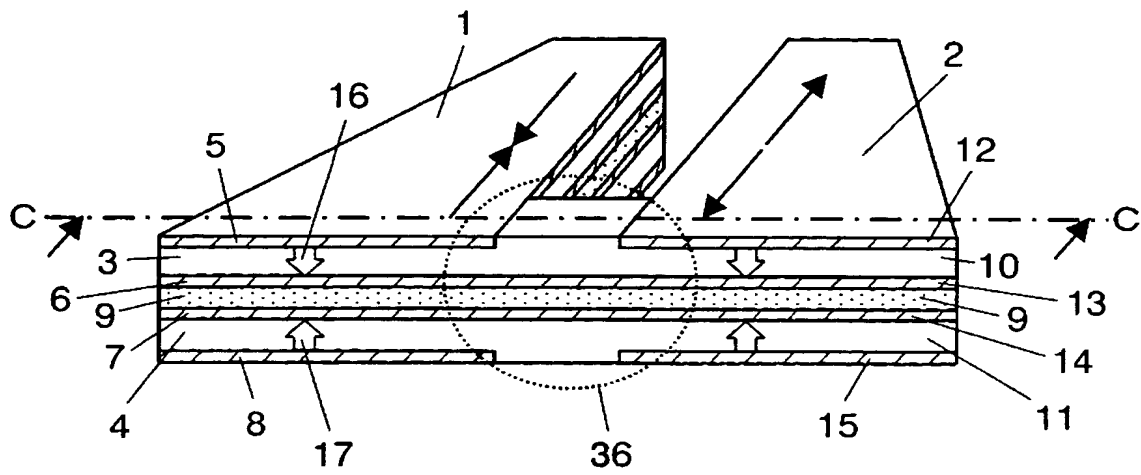
(b)



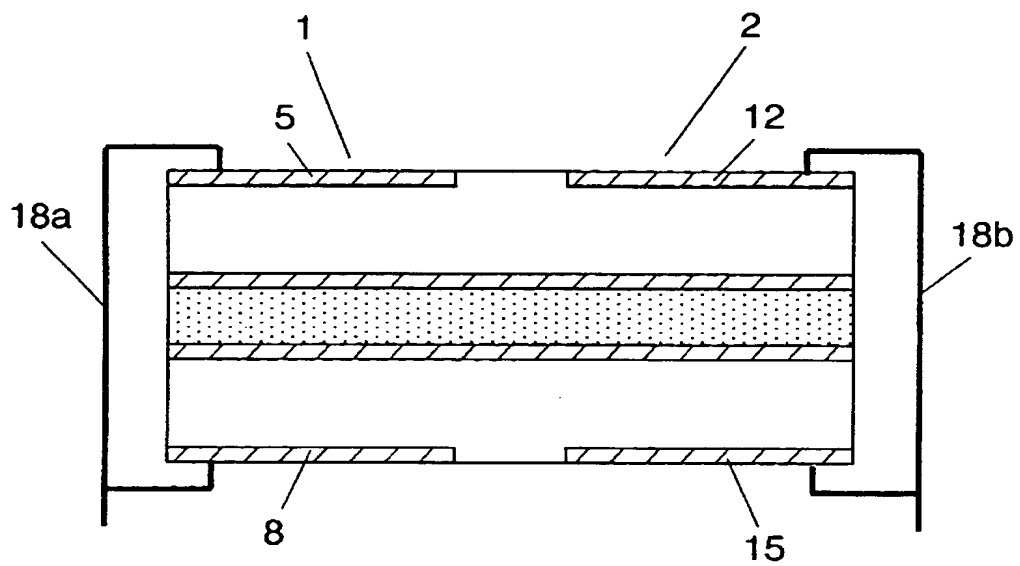
(c)



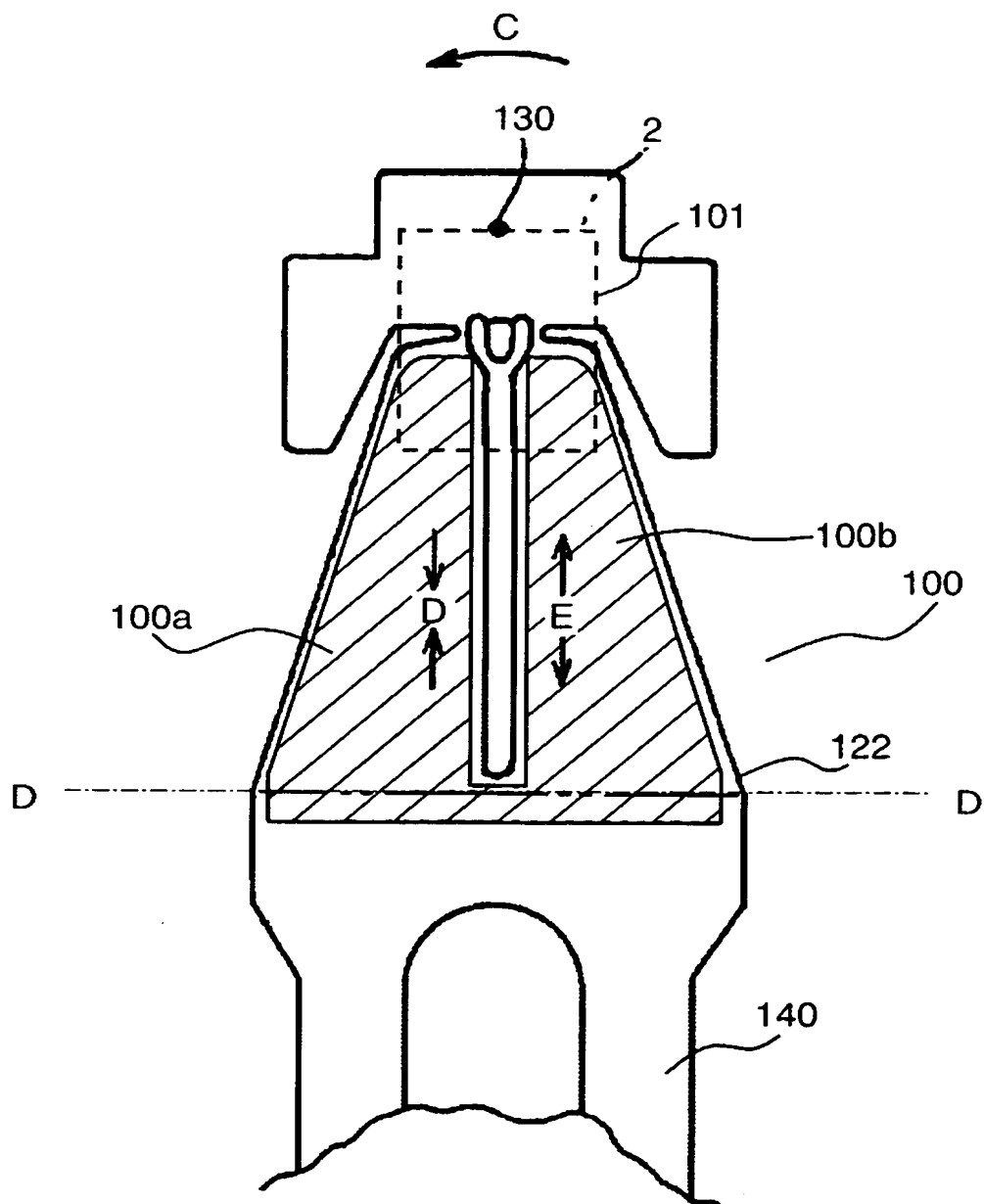
【図 8】



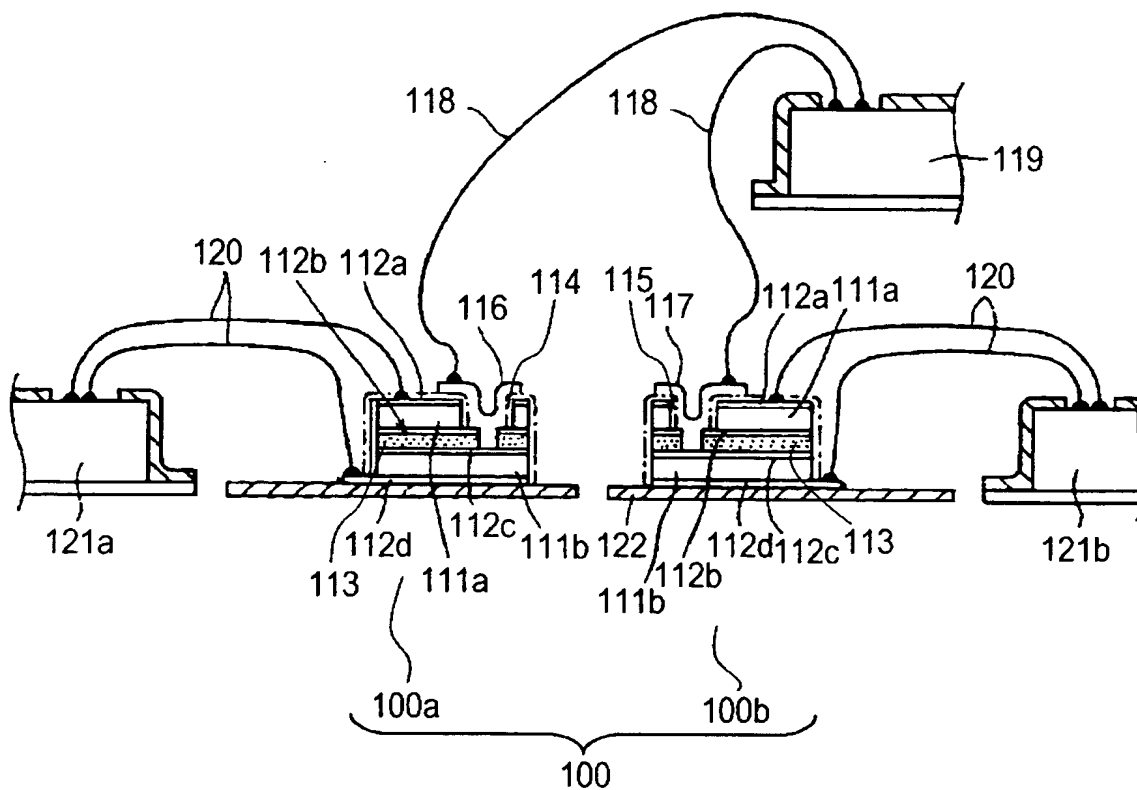
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧電アクチュエータ素子として配線が簡便で2端子のみで駆動が可能であり、さらに製造プロセスが簡便な圧電アクチュエータ素子とその製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電アクチュエータ素子を構成する一対の、第1の圧電体素子ユニット1、第2の圧電体素子ユニット2の接合された第2の電極6、第4の電極7（第6の電極13、第8の電極14）を共通の浮遊電極とし、それぞれの圧電体素子ユニットの第1の電極5（第5の電極12）と第3の電極8（第7の電極15）を短絡して、それぞれに電圧を印加する構成とすることにより、接地電極配線が必要なく、2端子のみの配線で第1の圧電体素子ユニット1と第2の圧電体素子ユニット2の駆動が可能になる。そのため、配線構成を簡略化できるとともに、圧電アクチュエータ素子として配線端子の加工が不要となる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 0 6 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社